
Kugellager

Die Erfindung betrifft ein Kugellager mit einem Innenring und einem
koaxial dazu angeordneten Außenring, wobei zwischen Innenring und
Außenring Lagerkugeln angeordnet sind, die mittels eines Käfigs
5 geführt sind, wobei der Käfig aus einem Verbundmaterial besteht.

Solche Kugellager wurden und werden in vielen Bereichen der Technik
eingesetzt. Dabei hat sich herausgestellt, dass in den meisten Fällen
der Kugellagerkäfig das die Lebensdauer des Kugellagers
begrenzende Bauteil ist. Dies ist damit zu erklären, dass der Käfig
10 enormen Krafteinwirkungen ausgesetzt ist. Er steht abwechselnd oder
gleichzeitig in Kontakt mit den schnell rotierenden Kugeln, sowie mit
dem Innenring und/oder dem Außenring, wobei Innenring und/oder
Außenring ebenfalls um eine Drehachse rotieren. Diesen Belastungen,
insbesondere bei hohen Drehzahlen von einem der Ringe von etwa
15 500 000 Umdrehungen pro Minute, halten Käfige aus herkömmlichen
Verbundmaterial nicht auf Dauer stand. Besonders schwierig gestaltet
sich die Verwendung von herkömmlichen Verbundmaterialien bei
Anwendungen, bei denen das Kugellager zumindest zeitweise einer
erhöhten Temperatur, einem erhöhten Druck und einem erhöhten
20 Luftfeuchtigkeitsgehalt ausgesetzt ist. Insbesondere Kugellager in der
Medizintechnik müssen diesen Bedingungen standhalten, da die
Geräte mit den Kugellagern häufig autoklaviert werden müssen.
Hierbei ist ein Druck von 1 bar, eine Temperatur größer oder gleich
134° C, sowie eine gesättigte Dampfatmosfera über einen Zeitraum
25 von etwa drei Minuten vorgeschrieben. Kugellagerkäfige aus
herkömmlichen Verbundmaterial wie Phenolharz in Kombination mit
Baumwollfasern halten diesen Bedingungen nicht oder nicht lange

stand. Es kommt zu Auflösungsprozessen, die die Zerstörung des gesamten Kugellagers zur Folge haben.

5 Daher wurden Kugellagerkäfige aus PEEK (Polyetheretherketon) oder PI (Polyimid) oder PAI (Polyamidimid) entwickelt. Kugellagerkäfige aus einem dieser Materialien haben jedoch den Nachteil, dass sie keine Notlaufeigenschaften aufweisen. Im Gegensatz zu den bekannten Verbundmaterial aus Phenolharz und Baumwollfasern enthalten die genannten Käfigmaterialien keine Fasern, so dass kein Schmiermittel im Käfig selbst gespeichert werden kann. Dies führt zur unmittelbaren
10 Zerstörung des Kugellagers, wenn kein Schmiermittel mehr im Kugellager vorhanden ist. Kugellagerkäfige aus Phenolharz und Baumwollfasern geben jedoch in einer solchen Situation kleine Mengen des gespeicherten Schmiermittels an die Laufflächen und/oder die Kugeln ab, so dass die Lebensdauer des Kugellagers
15 erheblich verlängert werden kann. Wie bereits erwähnt haben jedoch Kugellager mit einem Kugellagerkäfig aus Phenolharz und Baumwollfasern den Nachteil, dass sie den Belastungen denen ein Kugellager, insbesondere in der Medizintechnik, ausgesetzt ist, nur bedingt standhalten.

20 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin ein Kugellager vorzuschlagen, welches eine lange Lebensdauer mit Notlaufeigenschaften vereint.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Verbundmaterial Epoxidharz sowie Fasern enthält. Es hat sich herausgestellt, dass Epoxidharz den extremen Belastungen,
25 denen ein Kugellagerkäfig ausgesetzt ist, über eine lange Zeit standhalten kann. Dies ist insbesondere deshalb wichtig, da beispielsweise in der Medizintechnik, insbesondere in der Dentaltechnik, die Bauteile, die mit dem Patienten direkt in Kontakt

kommen, nach jeder Anwendung autoklaviert werden sollten. Bei dem Autoklavierprozess müssen diese Bauteile, inklusive der Kugellager über einen Zeitraum von mehreren Minuten einer Temperatur von mehr als 134° C, sowie einem Druck von etwa 1 bar bei gesättigtem Wasserdampf standhalten. Es wird heute von der Industrie gefordert, dass die Bauteile und damit die Kugellager mehr als 2 000 Autoklavierzyklen standhalten müssen. Diesen Anforderungen wird nur ein Kugellagerkäfig aus Verbundmaterial gerecht, welches Expoxidharz sowie Fasern enthält. Durch die enthaltenen Fasern wird die Notlaufeigenschaft des Kugellagerkäfigs gewährleistet. Sollte das Schmiermittel im Kugellager zur Neige gehen, so geben die im Expoxidharz enthaltenen Fasern gespeichertes Schmiermittel an die Laufflächen und/oder die Kugeln ab. Das Kugellager mit einem Kugellagerkäfig aus Expoxidharz sowie Fasern garantiert eine lange Lebensdauer sowie Notlaufeigenschaften. Der Kugellagerkäfig kann beispielsweise als Kronen- oder Kammkäfig oder als Massivkäfig ausgebildet werden.

Damit die erfindungsgemäßen Kugellager auch medizintechnischen Anforderungen genügen ist mit Vorteil vorgesehen, dass das Expoxidharz temperaturbeständig ist bei einer Temperatur größer 130 °C, insbesondere bei einer Temperatur größer oder gleich 134 °C und/oder dass das Expoxidharz druckbeständig ist, insbesondere bei Drücken um oder über 1 bar und/oder dass das Expoxidharz feuchtigkeitsbeständig ist, insbesondere beständig bei einer gesättigten Dampfatmosphäre. Diese Temperaturen, Drücke und Feuchtigkeitsgehalte treten bei Autoklavierprozessen in Kombination auf. Vorzugsweise werden hierzu warmgehärtete Epoxydharze eingesetzt. Es ist weiterhin von großem Vorteil, wenn die Fasern ebenfalls diesen Temperaturen, Drücken und Feuchtigkeitsgehalten standhalten. Dabei wird gefordert, dass das Expoxidharz, sowie die

-
- Fasern den Temperaturen, den Drücken und Feuchtigkeitsgehalten über einen Zeitraum von mehreren Minuten, insbesondere von etwa drei Minuten, standhalten. Das Verbundmaterial muss ca. 2000 Autoklavierzyklen überstehen. Entscheidend ist, dass das
- 5 Verbundmaterial den plötzlichen Parameterveränderungen durch den schlagartig einströmenden heißen Wasserdampf standhält. Es liegt selbstverständlich auch im Rahmen der Erfindung, dass das Verbundmaterial den genannten Parametern in beliebiger Kombination oder einzelnen Parametern allein für sich standhält.
- 10 Um eine besonders lange Lebensdauer zu gewährleisten ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass das Verbundmaterial vollständig aus Epoxidharz sowie Fasern besteht. Hierdurch wird der Einsatz von Materialien mit geringerer Lebensdauer vermieden.
- Es ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Fasern Naturfasern und/oder
- 15 synthetische Fasern sind. Als Naturfasern kommen beispielsweise pflanzliche Fasern wie Baumwolle oder tierische Fasern wie Wolle in Betracht. Baumwolle hat den Vorteil, dass es sich um ein sehr temperaturbeständiges Material handelt. Als synthetische Fasern kommen beispielsweise Polyamidfasern zum Einsatz, da diese neben
- 20 hoher Temperaturbeständigkeit auch eine hohe Druck- und Feuchtigkeitsbeständigkeit aufweisen. Die Fasern dienen dazu Schmiermittel aufzunehmen.
- Um die Festigkeit des Kugellagerkäfigs zu erhöhen, ist mit Vorteil vorgesehen, dass die Fasern als, insbesondere bahnförmiges,
- 25 Trägermaterial für das Epoxidharz ausgebildet sind. Das Trägermaterial zeichnet sich dadurch aus, dass die Fasern miteinander in Verbindung stehen. Das Trägermaterial wird beim Herstellungsprozess in Epoxidharz getränkt und auf einen beheizten

Dorn aufgewickelt. Daraufhin wird der Dorn entfernt und die verbleibende Röhre wird unter Druck und erhöhten Temperaturen ausgehärtet. Durch den Faserverbund erhält der Kugellagerkäfig eine besonders gute Festigkeit.

- 5 Mit Vorteil ist das Trägermaterial als strukturiertes Gewebe, insbesondere als gewebter Stoff, ausgebildet. Dieser Stoff lässt sich bei der Herstellung der Kugellagerkäfige besonders gut verarbeiten, da er besonders reißfest ist.

- 10 Eine besonders gute Verbindung der Fasern mit dem Epoxidharz wird dadurch erreicht, dass das Trägermaterial als Vlies ausgebildet ist. Vlies hat eine besonders große reaktive Oberfläche, da Vlies aus ausgerichteten oder wahllos zueinander angeordneten Fasern besteht, die durch Reibung und/oder Kohäsion und/oder Adhäsion miteinander verbunden sind. Durch die Verwendung von Vlies als Trägermaterial
- 15 wird eine besonders gute Verbindung der Trägermaterialbahn beim Aufwickelprozess auf den beheizten Dorn erreicht. Ablösungen von einzelnen aufgewickelten Schichten werden mit Vorteil vermieden.

- 20 Damit die Notlaufeigenschaften des Kugellagerkäfigs von Beginn an gegeben sind, ist der Käfig mit Schmiermittel aufgefüllt. Dabei wird der Kugellagerkäfig einem Vakuum ausgesetzt, so dass das Schmiermittel besonders schnell in den Käfig eindringt. Würde man allein auf die Kapillarkräfte vertrauen, so wäre die Notlaufeigenschaft nicht von Anfang an gegeben.

- 25 Der Einsatz der Kugellagerkäfige, bestehend aus Epoxidharz sowie Fasern, ist insbesondere in Miniaturkugellagern interessant, die einen Außendurchmesser kleiner oder gleich dreißig Millimeter aufweisen. Hierbei handelt es sich meist um Kugellager, die enormen Drehzahlbelastungen ausgesetzt sind. Insbesondere sind die

erfindungsgemäßen Kugellager für den Einsatz in der Medizintechnik, insbesondere in der Dentaltechnik geeignet, da in diesen Bereichen extremen Belastungen standgehalten werden muss. Drehzahlen eines der Ringe von etwa 500.000 Umdrehungen pro Minute und mehr sind
5 keine Seltenheit.

Anhand der einzigen Figur, die ein Ausführungsbeispiel der Erfindung zeigt, wird die Erfindung im Detail beschrieben.

Die Figur 1 zeigt einen Schnitt durch ein Kugellager. Zwischen Außenring 1 und coaxial dazu angeordnetem Innenring 2 sind
10 Kugellagerkugeln 6 angeordnet, die mittels des Kugellagerkäfigs 3 geführt und auf Abstand zueinander gehalten werden. Am unteren Ende der Figur ist die Drehachse angedeutet. Der Kugellagerkäfig 3 ist in diesem Ausführungsbeispiel als Kronenkäfig ausgebildet. Selbstverständlich ist die Ausbildung des Käfigs 3 auch als Massivkäfig
15 möglich. Auf der linken Seite des Kugellagers ist ein Sprengring 5 mit daneben angeordneter Deckscheibe 4 vorgesehen.

Der Kugellagerkäfig 3 besteht vollständig aus Verbundmaterial bestehend aus Epoxidharz und synthetischen, als Vlies angeordneten Fasern. Nimmt man an, dass der Außenring fixiert ist und sich der
20 Innenring 2 mit einer Drehzahl von 500 000 Umdrehungen pro Minute dreht, so drehen sich die Kugeln um ihre eigene Achse mit einer Drehzahl von ca. 1 000 000 Umdrehungen pro Minute (Faktor 2), wobei der Kugellagerkäfig 3 mit einer Drehzahl von ca. 200 000 Umdrehungen pro Minute (Faktor 0,4) um die Drehachse rotiert. Auf
25 den Kugellagerkäfig 3 wirken dabei enorme Kräfte, da er ständig in Berührung mit den schnell rotierenden Kugeln 6, dem fixierten Außenring 1, sowie dem schnell rotierenden Innenring 2 steht. Der Kugellagerkäfig 3 bestehend aus Epoxidharz sowie Fasern hält diesen

- 7 -

Belastungen stand und gibt durch die Fasern im Bedarfsfall
Schmiermittel an die Kugel und/oder den Außen- 1 bzw. den Innenring
2 ab. Durch diese sogenannten Notlaufeigenschaften wird die
Lebensdauer des gesamten Kugellagers wesentlich erhöht.

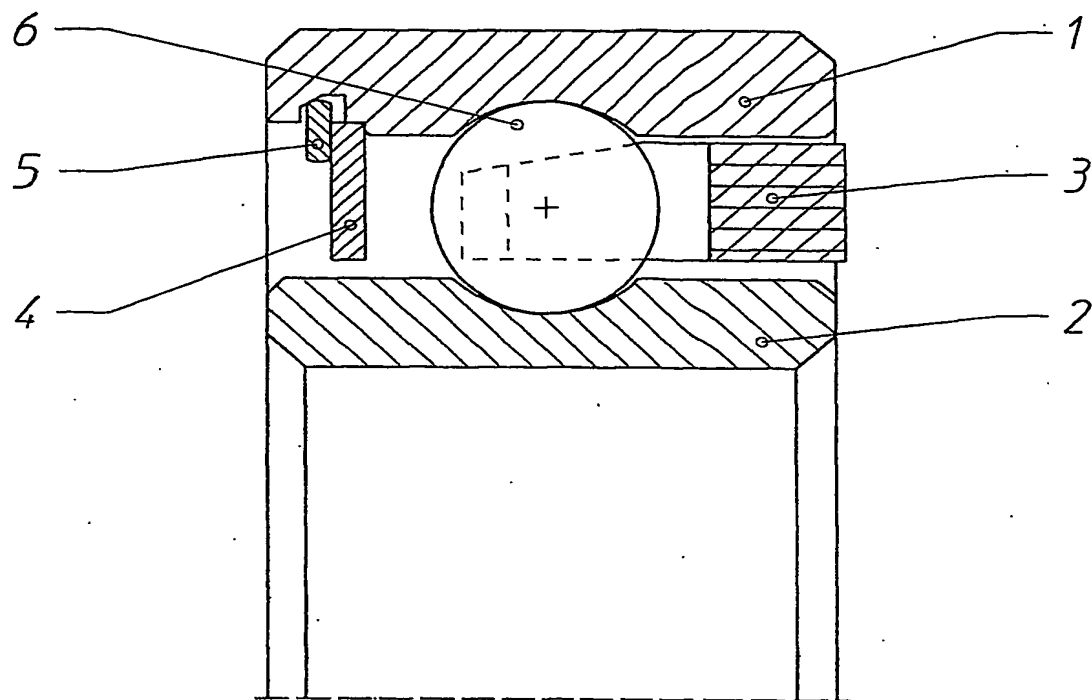
BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Außenring
- 2 Innenring
- 3 Kugellagerkäfig
- 5 4 Deckscheibe
- 5 Sprengring
- 6 Kugeln

PATENTANSPRÜCHE

1. Kugellager mit einem Innenring und einem koaxial dazu angeordneten Außenring, wobei zwischen Innenring und Außenring Lagerkugeln angeordnet sind, die mittels eines Käfigs geführt sind, wobei der Käfig aus einem Verbundmaterial besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundmaterial Epoxidharz sowie Fasern enthält.
2. Kugellager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Epoxidharz temperaturbeständig ist bei einer Temperatur größer 130 °C, insbesondere bei einer Temperatur größer oder gleich 134 °C und/oder dass das Epoxidharz druckbeständig ist, insbesondere bei Drücken um oder über 1 bar, und/oder dass das Epoxidharz feuchtigkeitsbeständig ist, insbesondere beständig bei einer gesättigten Dampfatmosphäre.
3. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verbundmaterial vollständig aus Epoxidharz sowie Fasern besteht.
4. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern Naturfasern und/oder synthetische Fasern sind.
5. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fasern als, insbesondere bahnförmiges, Trägermaterial für das Epoxidharz ausgebildet sind.
6. Kugellager nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägermaterial als strukturiertes Gewebe, insbesondere Stoff, ausgebildet ist.

-
7. Kugellager nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Trägermaterial als Vlies ausgebildet ist.
- 5 8. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Käfig (3), insbesondere die Fasern, mit Schmiermittel aufgefüllt ist.
- 10 9. Kugellager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kugellager ein Miniaturkugellager mit einem Außendurchmesser kleiner oder gleich dreißig Millimeter ist, insbesondere einen Außendurchmesser zwischen etwa 6 mm und 12 mm aufweist.



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F16C33/44

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F16C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 19 33 228 A (TRW INC) 21 January 1971 (1971-01-21) page 6, line 5 - page 14, line 11; figures 1-8	1-5
X	US 3 744 862 A (SCHWARTZ K) 10 July 1973 (1973-07-10)	1,3-5
A	column 2, line 63 - column 3, line 45; figures 1-3	8
X	US 4 541 739 A (ALLEN TERRY S ET AL) 17 September 1985 (1985-09-17) column 2, line 5 - column 4, line 24; figures 1,2	1,3-6,8
A	US 2003/022797 A1 (SHIMAZU EIICHIROU ET AL) 30 January 2003 (2003-01-30) column 4, paragraph 58 - column 7, paragraph 100; figure 5	1-4,8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 January 2005

Date of mailing of the international search report

21/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Fischbach, G

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 1933228	A	21-01-1971	DE	1933228 A1	21-01-1971
US 3744862	A	10-07-1973	NONE		
US 4541739	A	17-09-1985	NONE		
US 2003022797	A1	30-01-2003	JP	2002098152 A	05-04-2002
			JP	2002098189 A	05-04-2002
			JP	2002129183 A	09-05-2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F16C33/44

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F16C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 19 33 228 A (TRW INC) 21. Januar 1971 (1971-01-21) Seite 6, Zeile 5 - Seite 14, Zeile 11; Abbildungen 1-8	1-5
X	US 3 744 862 A (SCHWARTZ K) 10. Juli 1973 (1973-07-10)	1,3-5
A	Spalte 2, Zeile 63 - Spalte 3, Zeile 45; Abbildungen 1-3	8
X	US 4 541 739 A (ALLEN TERRY S ET AL) 17. September 1985 (1985-09-17) Spalte 2, Zeile 5 - Spalte 4, Zeile 24; Abbildungen 1,2	1,3-6,8
A	US 2003/022797 A1 (SHIMAZU EIICHIROU ET AL) 30. Januar 2003 (2003-01-30) Spalte 4, Absatz 58 - Spalte 7, Absatz 100; Abbildung 5	1-4,8

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/01/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Fischbach, G

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 1933228	A	21-01-1971	DE	1933228 A1	21-01-1971
US 3744862	A	10-07-1973	KEINE		
US 4541739	A	17-09-1985	KEINE		
US 2003022797	A1	30-01-2003	JP	2002098152 A	05-04-2002
			JP	2002098189 A	05-04-2002
			JP	2002129183 A	09-05-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.